

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(6)

02P13Q37

⑯ BUNDESREPUBLIK

## DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

## ⑫ Offenlegungsschrift

⑩ DE 19635878 A1

⑤ Int. Cl. 5

**H 04 M 1/60**  
**H 04 R 3/02**

36

②1) Aktenzeichen: 196 35 878.7  
②2) Anmeldetag: 4. 9. 96  
④3) Offenlegungstag: 5. 3. 98

⑦ Anmelder:

Deutsche Telekom AG, 53113 Bonn, DE

⑦2 Erfinder:

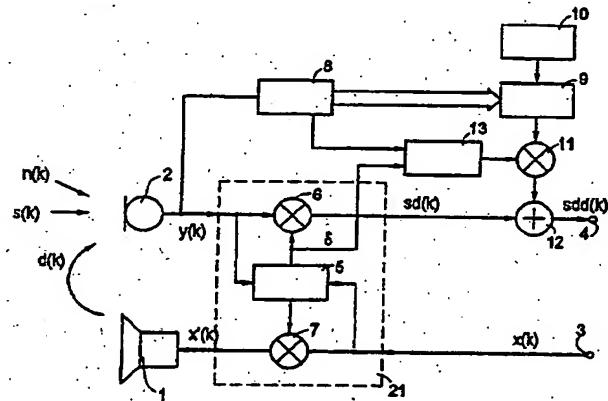
Martin, Rainer, 52072 Aachen, DE; Gustafsson, Stefan, 52072 Aachen, DE

**56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:**

DE 195 17 489 A1  
DE 43 37 653 A1  
DE 41 11 820 A1  
DE 38 27 002 A1  
EP 06 61 858 A2

## 54 Vorrichtung zur Verbesserung des Sendesignals einer Echo reduktionseinrichtung

57 Bei einer Vorrichtung zur Verbesserung des sendeseitigen Ausgangssignals einer Echo reduktionsvorrichtung, der ein Eingangssignal zugeführt wird, das außer zu übertragenden Sprachsignalen Umgebungsgeräuschesignale enthält, wird dem Ausgangssignal der Echo reduktionsvorrichtung ein Geräuschesignal überlagert, das an das im Eingangssignal enthaltene Umgebungsgeräuschesignal angepaßt ist.



DE 19635878 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingesetzten Unterlagen entnommen.**

BLUNDESBLICKERBL 01/98 702 070/628

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verbesserung des sendeseitigen Ausgangssignals einer Echo-reduktionsvorrichtung, der ein Eingangssignal zugeführt wird, das außer zu übertragenden Sprachsignalen Umgebungsgeräuschesignale enthält.

Bei Freisprecheinrichtungen entstehen akustische Echos durch die Wiedergabe der Sprachsignale des fernen Sprechers, deren Aufnahme durch das Mikrofon und deren Rückübertragung zum fernen Sprecher. Zur Vermeidung dieser Echos sind Echo-reduktionseinrichtungen bekanntgeworden, die beispielsweise nach dem Prinzip der Pegelwaage arbeiten oder ein frequenzselektives Echodämpfungsfilter und einen Echokompen-sator enthalten. Es ist ferner die Kombination beider Prinzipien möglich.

Eine zusammenfassende Beschreibung dieser Verfahren findet sich in "E. Hänsler (1992), The Hands-Free Telephone Problem – An Annotated Bibliography, Signal Processing, Vol. 27, pp. 259–271" und in "E. Hänsler (1994), The Hands-Free Telephone Problem – An Annotated Bibliography Update, Annales des Télé-communication, Vol. 49, No. 7–8, pp. 360–367".

Diese Echo-reduktionseinrichtungen bewirken eine Variation des Sendesignals, die mit einer störenden Variation von aufgenommenen Umgebungsgeräuschen verbunden ist.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, für einen gleichmäßigen Pegel der Umgebungsgeräusche im Sendesignal und damit für eine qualitative Verbesserung des Sendesignals zu sorgen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß dem Ausgangssignal der Echo-reduktionsvorrichtung ein Geräuschesignal überlagert wird, das an das im Eingangssignal enthaltene Umgebungsgeräuschesignal angepaßt ist. Vorgehensweise ist dabei vorgesehen, daß die Anpassung nach empfindungsbezogenen Kriterien und/oder daß die Überlagerung des Geräuschesignals durch Addition des Geräuschesignals zu dem Ausgangssignal der Echo-reduktionsvorrichtung erfolgt.

Neben der beschriebenen Qualitätsverbesserung besteht ein weiterer Vorteil der Erfindung darin, daß die nach der Echo-reduktionsvorrichtung nicht beseitigten Restechos von dem überlagerten Geräusch verdeckt werden und damit nicht mehr hörbar sind. Die erfindungsgemäß Vorrichtung kann im Zusammenhang mit akustischen und/oder mit elektrischen Echos eingesetzt werden.

Bei der erfindungsgemäß Vorrichtung kann vorge-sehen sein, daß das dem Ausgangssignal zu überlagern-de Geräuschesignal ein weißes Rauschen oder ein farbi-ges Rauschen darstellt.

Eine Weiterbildung der erfindungsgemäß Vorrich-tung besteht darin, daß die spektrale Leistungsdichte des Geräuschesignals adaptiv der spektralen Leistungs-dichte des Umgebungsgeräuschesignals angepaßt wird. Diese Anpassung kann vorzugsweise dadurch erfolgen, daß die spektrale Leistungsdichte des Umgebungsgeräuschesignals während einer Sprachpause des nahen und/oder des fernen Sprechers bestimmt wird. Mit dieser einfach zu realisierenden Weiterbildung kann be-reits bei leichten rauschartigen Störungen des Eingangssignals der Echo-reduktionseinrichtung eine Ver-besserung der Qualität erzielt werden.

Eine andere Weiterbildung der erfindungsgemäß Vorrichtung besteht darin, daß die spektrale Leistungs-dichte des dem Ausgangssignal überlagerten Geräusches-

signals spektral und in der Gesamtleistung der Echo-dämpfung der Echo-reduktionsvorrichtung angepaßt wird, so daß nach der Überlagerung insgesamt ein zeitlich gleichförmiges Ausgangsgeräuschesignal resultiert. Diese Weiterbildung ist besonders vorteilhaft bei stärkeren Umgebungsgeräuschen, wie sie beispielsweise bei der mobilen Kommunikation in einem Kraftfahrzeug auftreten können.

Eine unerwünschte Störwirkung des überlagerten Geräuschesignals und der eingangs erwähnten Variation der Umgebungsgeräuschesignale im Ausgangssignal der Echo-reduktionseinrichtung kann dadurch vermieden werden, daß die Leistung des zu überlagernden Geräuschesignals so gesteuert wird, daß die Leistung des Ausgangsgeräuschesignals etwa der Leistung des Umgebungsgeräuschesignals entspricht.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäß Vorrichtung besteht darin, daß zur Berechnung des zu überlagernden Geräuschesignals ein Verfahren nach dem Prinzip der linearen Prädiktion eingesetzt wird.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels, wobei die Echo-reduktionseinrichtung als Pegelwaage ausgebildet ist, und

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels mit einem frequenzselektiven Echodämpfungsfilter und einem Echokompressor.

Bei einer bekannten Echo-reduktionseinrichtung, wie sie im Zusammenhang mit einer Freisprecheinrichtung zur Bedämpfung akustischer Echos eingesetzt wird, wird das empfangene abgetastete Signal  $x(k)$  ( $k$  bezeichnet den zeitlichen Index der Abtastwerte) bei 3 in die Echo-reduktionseinrichtung 21 (Fig. 1), 22 (Fig. 2) einge-speist und als Lautsprechersignal  $x'(k)$  zum Lautsprecher 1 geführt. Dort wird es über den Raum als Echosignal  $d(k)$  in das Mikrofon 2 rückgekoppelt und zusammen mit dem Sprachsignal  $s(k)$  des nahen Sprechers und den Umgebungsgeräuschen  $n(k)$  als Mikrofonsignal  $y(k)$  der Echo-reduktionseinrichtung zugeführt. Die Echo-reduktionseinrichtung erzeugt das Sendesignal  $sd(k)$ , das weitgehend vom Echo  $d(k)$  befreit sein sollte und am Ausgang 4 zur Übertragung zur Verfügung steht.

Die Echo-reduktionseinrichtung kann aber auch zur Bedämpfung elektrischer (Leitungs-)Echos eingesetzt werden. In diesem Fall ist das empfangene Signal  $x(k)$  mit Leitungsechos behaftet, die in der Echo-reduktions-einrichtung beseitigt werden müssen.

Damit beim Einsatz einer Freisprecheinrichtung bei akustischen Umgebungsgeräuschen  $n(k)$  das Sendesignal subjektiv angenehm klingt, wird bei der erfindungsgemäß Vorrichtung dafür gesorgt, daß der Pegel der übertragenen Umgebungsgeräusche  $n(k)$  im Sendesignal  $sd(k)$  nicht zu stark variiert.

Das Prinzip der Pegelwaage beruht darauf, Dämp-fungsglieder 6, 7 (Fig. 1) in den Sendezweig und in den Empfangszweig der Echo-reduktionseinrichtung 21 einzubringen, die immer dann dämpfen, wenn ein Echosignal vorhanden ist. Einer Steuereinrichtung 5 für die Pegelwaage werden das empfangene Signal  $x(k)$  und das Mikrofonsignal  $y(k)$  zugeführt. Auf diesem Wege wird eine Rückkopplung des Echosignals in das Sendesignal  $sd(k)$  vermieden. Wenn nun das Mikrofonsignal bzw. das nahe Eingangssignal  $y(k)$  der Echo-reduktionseinrich-tung mit Umgebungsgeräuschen behaftet ist, werden diese immer dann, wenn das Echo bedämpft wird, eben-

falls bedämpft, so daß das Sendesignal  $sd(k)$  unter Umständen ein mehr oder weniger stark fluktuierendes Umgebungsgeräusch beinhaltet. Je nach der Leistung des Umgebungsgeräusches und der Stärke dieser Fluktuationen kann diese Modulation des Umgebungsgeräusches sehr störend sein.

Wenn die Signaldämpfung der Echo-reduktionseinrichtung mit  $\delta$  angegeben werden kann und die Leistung des nahen Umgebungsgeräuschsignals  $\sigma_n^2$  beträgt, so berechnet sich die Leistung  $\sigma_{nc}^2$  des zum Signal  $sd(k)$  zu addierenden Rauschens  $nc(k)$  zu  $\sigma_{nc}^2 = \sigma_n^2(1 - \delta^2)$ . Die Dämpfung 6 der Echo-reduktionseinrichtung wird von der Steuereinrichtung 5 abgeleitet. Die Leistung  $\sigma_n^2$  des nahen Umgebungsgeräusches kann in Sprachpausen des nahen Sprechers bestimmt werden. Mit diesem einfachen Verfahren kann bereits bei leichten rauschartigen Störungen des Eingangssignals der Echo-reduktionseinrichtung eine Verbesserung der Qualität erzielt werden.

Bei stärkeren Störgeräuschen, wie sie z. B. in der mobilen Kommunikation in einem Kraftfahrzeug auftreten können, empfiehlt es sich, das zu überlagernde Störgeräusch so zu erzeugen, daß es im Leistungsdichtespektrum dem am Eingang der Echo-reduktionseinrichtung anliegendem Geräusch ähnelt.

Dies kann z. B. dadurch erreicht werden, indem die spektrale Einhüllende des Eingangssignals der Echo-reduktionseinrichtung während einer Sprachpause, also dann, wenn nur das Umgebungsgeräusch anliegt, mit Hilfe einer Linearen Prädiktiven Analyse (LPC-Analyse), wie sie auch in den meisten Verfahren der Sprachcodierung eingesetzt wird, bestimmt wird. Hier eignet sich z. B. die LPC-Analyse wie sie im ITU (ehemals CCITT) Standard G.728 ("CCITT Recommendation G.728, Coding of speech at 16 kbit/s using low-delay code excited linear prediction, ITU, September 1992, Geneva, 1972") beschrieben ist. Während der Sprachaktivität kann dann mit Hilfe der in den Sprachpausen gewonnenen LPC-Koeffizienten und einer LPC-Synthesefilterung aus einem weißen Rauschsignal ein Signal adaptiv erzeugt werden, dessen spektrale Einhüllende der spektralen Einhüllenden des Umgebungsgeräusches ähnlich ist. Die Leistung des Signals wird dann wie oben der Leistung des Umgebungsgeräusches und der Dämpfung der Echo-reduktionseinrichtung angepaßt.

Dieses erfolgt bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 dadurch, daß das nahe Eingangssignal  $y(k)$  einer Einrichtung 8 zur Bestimmung der Koeffizienten eines spektralen Formfilters 9, beispielsweise durch LPC-Analyse, und der Leistung des Umgebungsgeräusches zugeführt wird. An den Eingang des spektralen Formfilters 9 ist ein Rauschgenerator 10 mit vorgegebener Leistung und vorgegebener spektraler Verteilung (beispielsweise weißes Rauschen) angeschlossen. Das gefilterte Rauschsignal wird über einen Multiplizierer 11 einem Addierer 12, dessen Ausgangssignal mit  $sdd(k)$  bezeichnet ist, zugeleitet. In einer Einrichtung 13 wird ein Multiplikator derart bestimmt, daß die Gleichung

$$\sigma_{nc}^2 = \sigma_n^2(1 - \delta^2)$$

erfüllt ist.

Zusätzlicher Aufwand ist erforderlich, wenn die Echo-reduktionseinrichtung das Eingangssignal frequenzabhängig bedämpft. In diesem Fall wird das zu überlagernde Geräusch nicht wie oben mit dem Faktor  $(1 - \delta^2)$  an die Echodämpfung angepaßt, sondern mit einem Filter gefiltert, dessen Betragsfrequenzgang  $|\tilde{H}(\Omega, k)|$  durch

$$|\tilde{H}(\Omega, k)|^2 = 1 - |H(\Omega, k)|^2$$

oder durch

$$5 \quad |\tilde{H}(\Omega, k)| = |e^{-j(NH-1)/2} - H(\Omega, k)|$$

spezifiziert ist, wobei  $|H(\Omega, k)|$  den Betragsfrequenzgang der Echodämpfung und  $NH$  die Anzahl der Koeffizienten des Filters mit dem Betragsfrequenzgang  $|H(\Omega, k)|$  bezeichnet.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 enthält die Echo-reduktionseinrichtung 22 einen Echokompensator 14, ein Filter für frequenzselektive Echo-reduktion 15 und eine Steuereinrichtung 16 sowie einen Subtrahierer 17. Wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wird das nahe Eingangssignal  $y(k)$  einer Einrichtung 8 zur Bestimmung der Koeffizienten des spektralen Formfilters 9 zugeleitet. Das vom spektralen Formfilter 9 gefilterte Signal des Rauschgenerators 10 wird bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 einem Filter mit dem Frequenzgang entsprechend den Gleichungen

$$|\tilde{H}(\Omega, k)|^2 = 1 - |H(\Omega, k)|^2$$

25 oder

$$|\tilde{H}(\Omega, k)| = |e^{-j(NH-1)/2} - H(\Omega, k)|$$

zugeführt. Die für diesen Frequenzgang erforderlichen Koeffizienten werden in einem Koeffizientenrechner 18 berechnet, wobei vorzugsweise eine Normierung der Rauschleistung des Generators 10 auf eins erfolgt. Der Koeffizientenrechner 18 erhält die gleichen Steuersignale wie das Filter 15 für die frequenzselektive Echo-reduktion.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verbesserung des sendeseitigen Ausgangssignals einer Echo-reduktionsvorrichtung, der ein Eingangssignal zugeführt wird, das außer zu übertragenden Sprachsignalen Umgebungsgeräuschsignale enthält, dadurch gekennzeichnet, daß dem Ausgangssignal der Echo-reduktionsvorrichtung ein Geräuschsignal überlagert wird, das an das im Eingangssignal enthaltene Umgebungsgeräuschsignal angepaßt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anpassung nach empfindungsbezogenen Kriterien erfolgt.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Überlagerung des Geräuschsignals durch Addition des Geräuschsignals zu dem Ausgangssignal der Echo-reduktionsvorrichtung erfolgt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Geräuschsignal ein weißes Rauschen darstellt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Geräuschsignal ein farbiges Rauschen darstellt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die spektrale Leistungsdichte des Geräuschsignals adaptiv der spektralen Leistungsdichte des Umgebungsgeräusches angepaßt wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die spektrale Leistungsdichte des

Umgebungsgeräuschesignals während einer Sprachpause des nahen und/oder des fernen Sprechers bestimmt wird.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die spektrale Leistungsdichte des dem Ausgangssignal überlagerten Geräuschesignals spektral und in der Gesamtleistung der Echodämpfung der Echoreduktionsvorrichtung angepaßt wird, so daß nach der Überlagerung insgesamt ein zeitlich gleichförmiges Ausgangsgeräuschesignal resultiert. 5

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistung des zu überlagernden Geräuschesignals so gesteuert wird, daß die Leistung des Ausgangsgeräuschesignals etwa der Leistung des Umgebungsgeräuschesignals entspricht. 15

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Berechnung des zu überlagernden Geräuschesignals 20 ein Verfahren nach dem Prinzip der linearen Prädiktion eingesetzt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

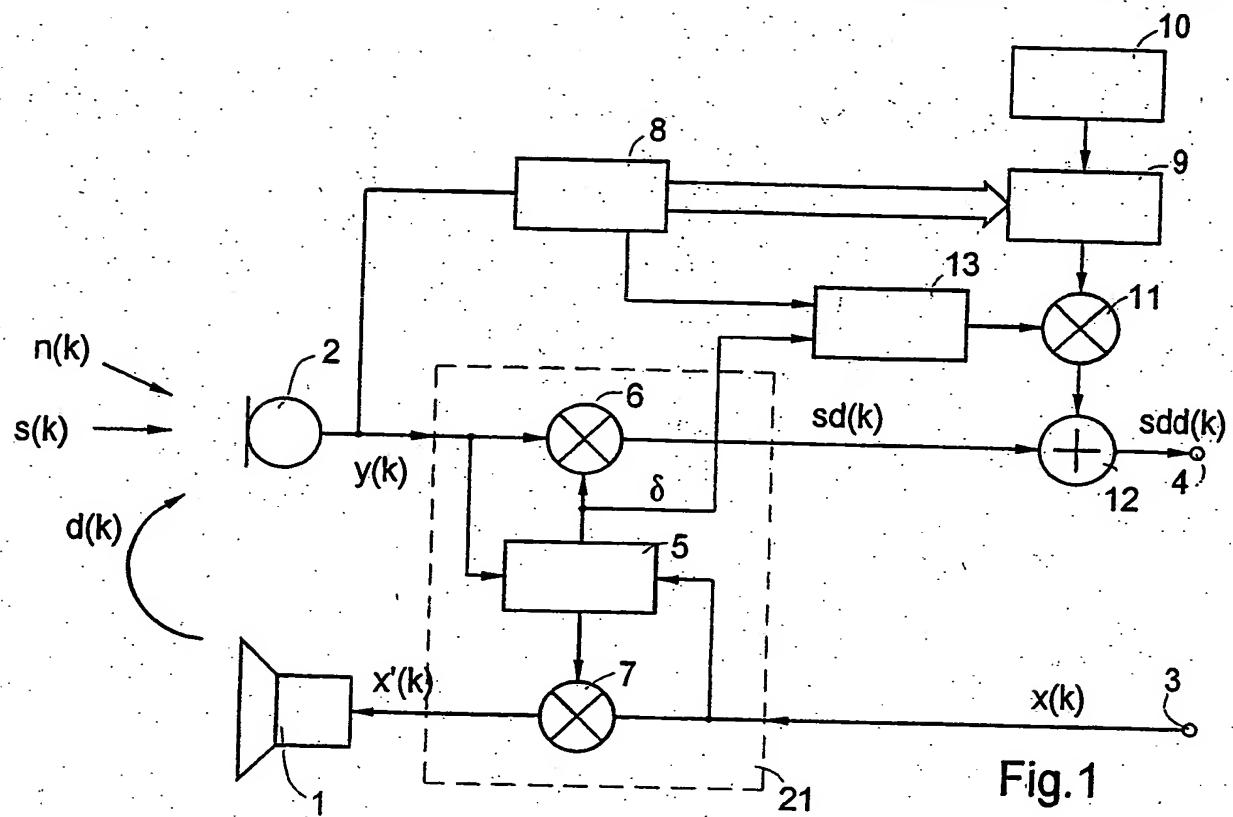


Fig.1

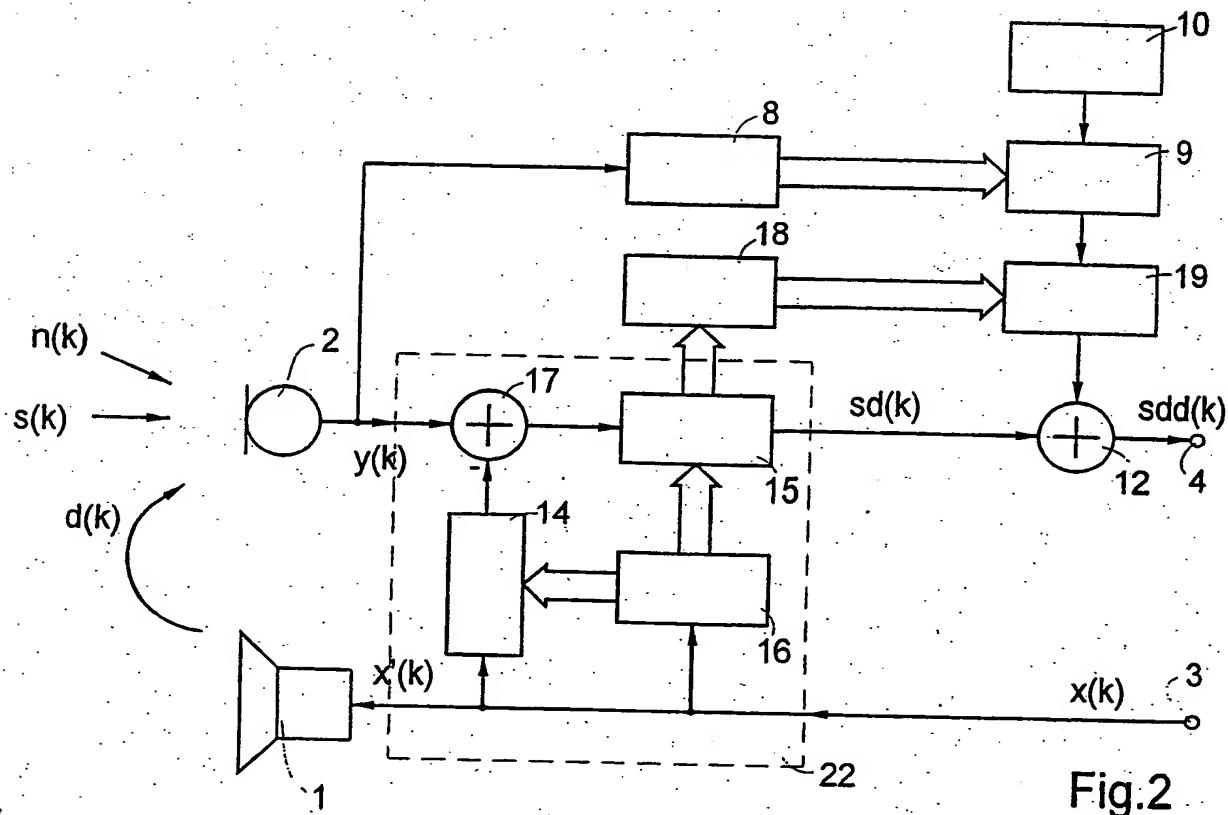


Fig.2

**Device for improving the transmission signal of an echo reduction device e.g. for open line telephone system - matches noise signal superimposed on output signal of echo reduction device to ambient noise signal in input signal according to sensitivity-related criteria**

**Patent Assignee:** DEUT TELEKOM AG  
**Inventors:** GUSTAFSSON S; MARTIN R

#### Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 19635878	A1	19980305	DE 1035878	A	19960904	199815	B

**Priority Applications (Number Kind Date):** DE 1035878 A ( 19960904)

#### Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
DE 19635878	A1		5	H04M-001/60	

#### Abstract:

DE 19635878 A

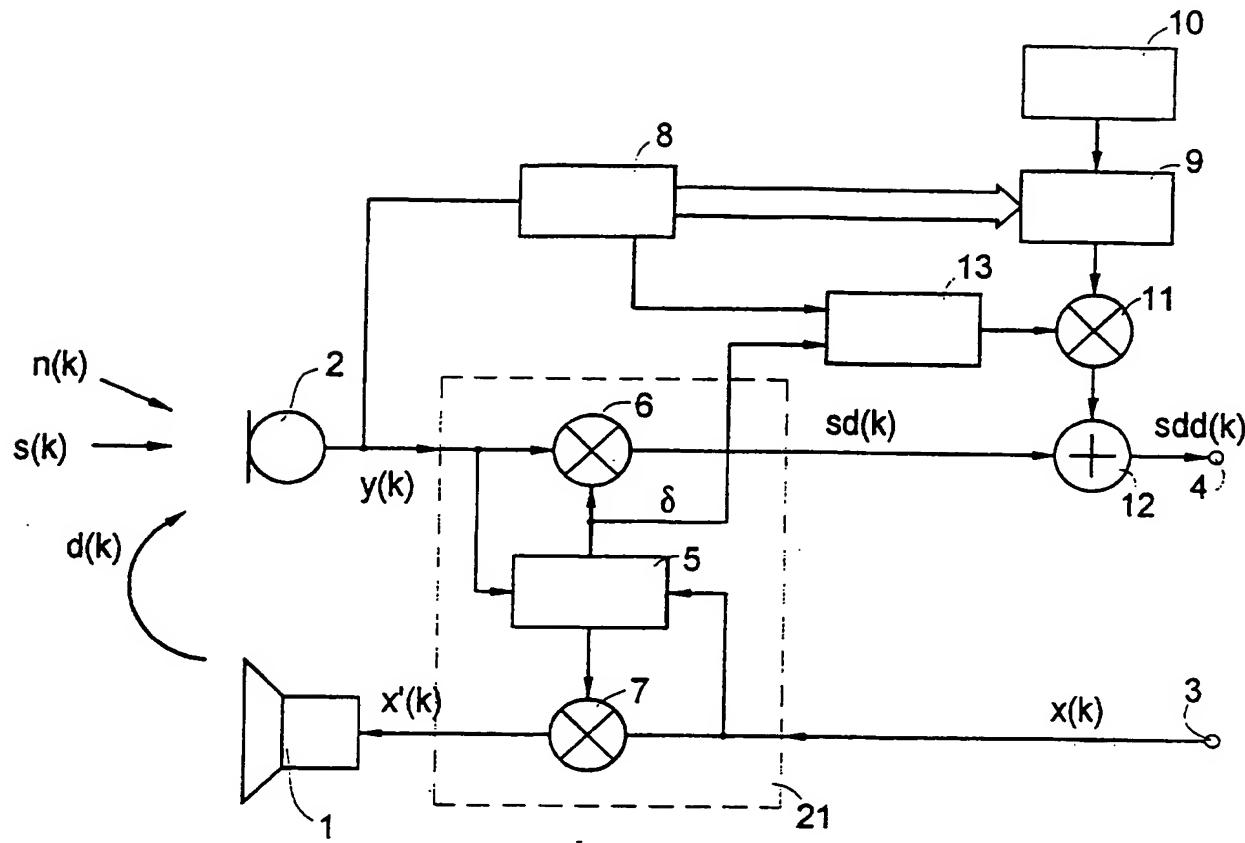
The echo reduction device (21) receives an input signal (3) which contains background noise in addition to a speech signal to be transferred. A noise signal superimposed on the output signal (4) of the echo reduction device is matched to the ambient noise signal in the input signal.

The matching of the noise signal is performed according to sensitivity-related criteria. The noise signal can be superimposed by adding it to the output signal.

**ADVANTAGE** - Achieves a uniform level of background noise in the transmission signal and hence an improvement in signal quality.

Dwg.1/2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Derwent World Patents Index

© 2004 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 11743557

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**